

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

010045441 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1994-313152/ 199439

Copper@- covered steel wire electrode for wire electric-discharge  
machining - improves electric discharge machining speed and efficiency of  
machining using copper@ covered steel wire having uneven surface

Patent Assignee: NIPPON STEEL CORP (YAWA )

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 6238523	A	19940830	JP 9323066	A	19930210	199439 B

Priority Applications (No Type Date): JP 9323066 A 19930210

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 6238523	A		5	B23H-007/08	

Abstract (Basic): JP 6238523 A

A composite wire comprising a Cu coating covering the wire at an area ratio of 35-75%, and the boundary plane between the steel wire and the Cu coating comprises irregularities having a height from the bottom to the peak of 0.1-2 micron, and the surface of Cu is further coated with a Zn layer 1 micron or more in thickness.

Pref. wire comprising Cu at an area ratio of 89% was mfd. by controlling the boundary irregularities to have a height of 1.0 microns by applying shot-blasting and brushing, and covering the wire with a 2.0 microns thick Zn layer.

USE/ADVANTAGE - For use as a wire electrode in discharge machining; the process speed can be considerably increased.

3/7/8

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2004 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

04566623 \*\*Image available\*\*

COPPER COVERED STEEL WIRE FOR WIRE ELECTRIC DISCHARGE MACHINING

PUB. NO.: 06-238523 [ JP 6238523 A]

PUBLISHED: August 30, 1994 (19940830)

INVENTOR(s): OKA KIIYOSHI

TASHIRO HITOSHI

APPLICANT(s): NIPPON STEEL CORP [000665] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

APPL. NO.: 05-023066 [JP 9323066]

FILED: February 10, 1993 (19930210)

#### ABSTRACT

PURPOSE: To increase the strength of a wire in high temperature and to improve electric discharge machining speed by forming irregularity of specified height at a boundary part of copper and steel as well as specifying an area ratio of copper against steel and additionally forming a Zn layer on the surface of copper on the complex wire covering a steel wire with copper.

CONSTITUTION: On a complex wire covering a steel wire 1 with copper 2 which is an electrode wire for wire electric discharge machining, by setting an area ratio of the copper 2 against the copper wire 1 25-75%, calorific value of the wire is reduced and strength at the time of electrical discharge machining is maintained. Additionally, by forming irregularity 4 of 0.1-0.2.mu.m in height from the bottom of a recessed part to the top of a protruded part on the front surface of a boundary part of the copper 2 and the steel wire 1, a heat transmission area is increased and cooling power of the wire is heightened. Additionally, on the surface of the copper 2, a Zn layer 3 of 1 or more than 1.mu.m is formed, and accordingly, an electric discharge characteristic of the wire is further heightened. By using the aforementioned electrode wire, electric discharge machining speed is heightened and efficient electric discharge machining is realized.

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06238523 A**

(43) Date of publication of application: **30.08.94**

(51) Int. Cl.

**B23H 7/08**

**B21C 23/26**

**H01B 5/02**

(21) Application number: **05023066**

(71) Applicant: **NIPPON STEEL CORP**

(22) Date of filing: **10.02.93**

(72) Inventor: **OKA KIYOSHI  
TASHIRO HITOSHI**

**(54) COPPER COVERED STEEL WIRE FOR WIRE  
ELECTRIC DISCHARGE MACHINING**

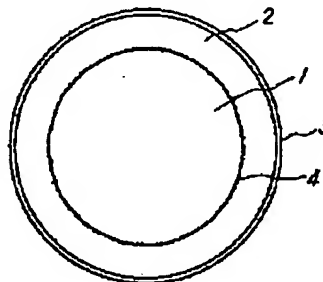
using the aforementioned electrode wire, electric discharge machining speed is heightened and efficient electric discharge machining is realized.

**(57) Abstract:**

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

**PURPOSE:** To increase the strength of a wire in high temperature and to improve electric discharge machining speed by forming irregularity of specified height at a boundary part of copper and steel as well as specifying an area ratio of copper against steel and additionally forming a Zn layer on the surface of copper on the complex wire covering a steel wire with copper.

**CONSTITUTION:** On a complex wire covering a steel wire 1 with copper 2 which is an electrode wire for wire electric discharge machining, by setting an area ratio of the copper 2 against the copper wire 1 25-75%, calorific value of the wire is reduced and strength at the time of electrical discharge machining is maintained. Additionally, by forming irregularity 4 of 0.1-0.2 $\mu$ m in height from the bottom of a recessed part to the top of a protruded part on the front surface of a boundary part of the copper 2 and the steel wire 1, a heat transmission area is increased and cooling power of the wire is heightened. Additionally, on the surface of the copper 2, a Zn layer 3 of 1 or more than 1 $\mu$ m is formed, and accordingly, an electric discharge characteristic of the wire is further heightened. By



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-238523

(43) 公開日 平成6年(1994)8月30日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 H 7/08		9239-3C		
B 2 1 C 23/26		7511-4E		
H 0 1 B 5/02	A			

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平5-23066

(22) 出願日 平成5年(1993)2月10日

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 岡 潔

岩手県釜石市鈴子町23-15 新日本製鐵株式会社釜石製鐵所内

(72) 発明者 田代 均

岩手県釜石市鈴子町23-15 新日本製鐵株式会社釜石製鐵所内

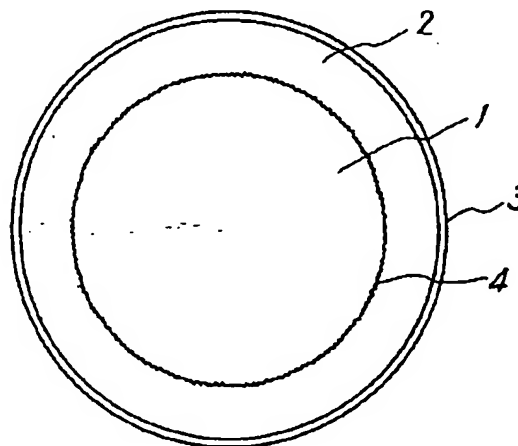
(74) 代理人 弁理士 大関 和夫

(54) 【発明の名称】 ワイヤ放電加工用銅被覆鋼線

(57) 【要約】

【目的】 ワイヤ放電加工における放電加工速度を改善する。

【構成】 鋼線に銅を被覆した複合線において、表面の銅の鋼に対する面積比が25~75%で、銅と鋼の境界部全面に凹部の底から凸部の先までの高さが0.1~2μmの凹凸があり、銅の表面に1μm以上のZn層を施したワイヤ放電加工用銅被覆鋼線。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 鋼線に銅を被覆した複合線において、表面の銅の鋼に対する面積比が25～75%で、銅と鋼の境界部全面に凹部の底から凸部の先までの高さが0.1～2μmの凹凸があり、鋼の表面に1μm以上のZn層を施したワイヤ放電加工用銅被覆鋼線。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はワイヤ放電加工（以下放電加工と略称する）用電極線に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に放電加工法とは、0.05～0.3mmの直径を有する線状の電極と被加工物の間において水などの加工液の媒体中で放電現象を起こさせ、この放電による発熱で被加工材を連続的に溶融切断する方法である。放電加工法は、放電現象によってワイヤ電極自身を溶融断線させないように、電流を流す時間を調整することによりワイヤの発熱と冷却の制御をする必要がある。ワイヤの発熱が大きく高温強度も低い材料では、ワイヤの発熱につながる放電時間を短くし、かつワイヤの冷却時間を長くしなければならない。このように電流を流す時間に制約があることから、放電加工法の加工速度はワイヤの特性によって大きく左右されている。

【0003】 現在この放電加工法に用いられる電極材としては、特開昭62-57822号公報に示されるような銅合金線が最も多く使用されている。また高温での強度特性に着目したワイヤとして特開昭61-270028号公報のような鋼線にCu合金を被覆した複合線も知られている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、鋼線に銅合金を被覆した複合ワイヤでも、大幅な加工速度の改善を得ることは難しいのが現状である。この点について多くの実験を行ったところ、鋼線に黄銅を被覆した複合ワイヤは、導電率の低い鋼線に黄銅を被覆しているために、黄銅線に比べて導電率が低く、放電時に発熱し易い状態になっており、鋼線に銅合金を被覆した複合ワイヤは、黄銅ワイヤと同じ条件で加工しても、ワイヤの温度が高い状態になっているという知見を得た。そのため放電加工速度の向上に寄与するはずのワイヤ強度の向上効果は小さくなり、加工速度を大幅に改善できないことがわかった。

【0005】 そこで、加工速度を改善するために必要なワイヤの特性を詳細に検討した結果、ワイヤの高温での強度が高いことのほかに、放電時の発熱が小さいこと、放電していないときの冷却能が大きいこと、も重要であることがわかった。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明は、上記の検討の結果に基づいてなされたものであり、鋼線に銅を被覆し

た複合線において、表面の銅の鋼に対する面積比が25～75%で、銅と鋼の境界部全面に凹部の底から凸部の先までの高さが0.1～2μmの凹凸があり、鋼の表面に1μm以上のZn層を施したワイヤ放電加工用銅被覆鋼線を要旨とするものである。

## 【0007】

【作用】 本発明を構成する要件の限定理由について説明する前に、加工速度を改善するために必要な放電加工用ワイヤの特性について補足説明する。上述したように、放電加工は放電現象により発生した熱で、被加工物を溶解切断する加工法であるが、放電の電極となるワイヤ自身も発熱による強度低下により断線しないように放電時間を制限している。つまり、加工速度を改善するためには放電時間を長くすることが有効である。放電時間の制約はワイヤの発熱による強度低下が主な原因であるので、放電時間を長くするために必要な条件は、高温でも強度の低下が少ないことのほかに、発熱が少ないこと、冷却し易いこと、の3点が重要な要素である。

【0008】 本発明による放電加工用ワイヤは、加工速度の改善に必要なこれら3点の特性が、現在最も多く使用されているCu-35wt%Znの黄銅ワイヤ（以下黄銅ワイヤと略称する）と比較して同等か優位になることを主眼に設計されている。はじめに、鋼線に銅を被覆した複合線を利用するのは、放電加工時のワイヤの温度であると推定される300～500℃の温度において、鋼は銅や黄銅に比べて強度が非常に高く、断線を起こし難いためである。高温での強度が高い点ではWやMo等の材料も利用できると思われるが、コストや加工性の観点から鋼が最も優れていると考えられる。

【0009】 表面の銅の鋼に対する面積比が25～75%に限定した理由は、ワイヤの発熱量を黄銅ワイヤよりも小さくすることと、放電加工時の強度を保つためである。現在放電加工で最も多く使用されている黄銅ワイヤの導電率は概ね30%IACS前後であり、多くの調査の結果から銅の面積比が25%あれば黄銅ワイヤと同等の加工速度が得られることがわかった。つまり、25%に満たない場合には導電率が低くなるために電流を流したときの発熱量が大きくなり、加工速度を改善することは困難である。また、75%より大きいと導電率は高くなるが、芯材の鋼の面積が小さくなるためにワイヤの強度が足りなくなり、断線を起こし易くなる。

【0010】 銅と鋼の境界部全面に0.1～2μmの凹凸が必要であると限定した理由は、ワイヤを冷却し易くするためである。放電により加熱されたワイヤは加工液中で冷却されるが、芯材の鋼は表面に被覆されている銅に効率的に熱を伝達することが必要になる。このとき銅と鋼線の境界部に凹凸があると熱の伝達面積が大きくなり、ワイヤの冷却能を高めることが可能になる。0.1μm未満では、凸が小さいために十分な冷却能が得られない。また2μm超では、十分な冷却能の改善効果は得

られるが、ワイヤを安定して製造することが困難になるために、実用上は0.1~2 $\mu$ mが適当である。

【0011】銅の表面に1 $\mu$ m以上のZn層を施した理由は良好な放電特性を得るためである。放電現象は表面にある元素によって特性が決まるが、Znは安価で最も放電を起こし易い元素の一つとして、放電加工用ワイヤに広く利用されている元素である。多くの実験から、Zn層の厚みが1 $\mu$ m未満であると放電現象が起き難くなり、黄銅ワイヤ並の放電特性を得るためには1 $\mu$ m以上の厚みが必要である。

#### 【0012】

【実施例】本発明に基づく銅被覆鋼線の試作試験と同銅被覆鋼線の放電特性評価試験の実施例について具体的に説明する。

#### 実施例 1

はじめに、銅被覆鋼線の試作試験について説明する。

【0013】表1に示すように、5.5mmSWRH42A線材を伸線し、表面凹凸を調整後、外径6mm $\phi$ の銅パイプに挿入したサンプルを、伸線と熱処理を繰り返して線径0.8mmに伸線し、熱処理後Znめっきしてから0.2mmに伸線して図1に示す銅被覆鋼線を試作した。試作工程において、伸線後の鋼線の表面凹凸は1 $\mu$ m未満の極めて平滑な表面のサンプルはシェーピングを利用し、3~20 $\mu$ mの凹凸はショットピーニングとワイヤーブラッシングを利用して作り、30~500 $\mu$ mになる極めて大きな凹凸を持ったサンプルはバニシング加工を利用して加工ピッチを粗くすることにより表面凹凸を導入した。ここで凹凸の大きさは、凹部の底から凸部の先までの高さを示す。

【0014】試作の結果、表1のサンプルIに示すように凹凸の大きさが2 $\mu$ m超になると伸線時に断線を繰り返して0.2mmの放電加工用サンプルを全く製造することができなかった。また、銅の面積比が75%超のサンプルEおよび線材の表面が平滑であったサンプルFにおいても伸線時に断線が発生したが、線径0.2mmまで伸線して放電加工用サンプルを製造することは可能であった。これらの結果から、本発明にかかる銅被覆鋼線の製造上の制約としては、銅と鋼の境界部全面に形成さ

れる凹凸の凹部の底から凸部の先までの高さが2 $\mu$ m以下であることが望ましいことが分かる。

#### 【0015】実施例 2

実施例1で試作した銅被覆鋼線を用いて、50mm厚のSKD11(JIS-G-4404)を直線で20mm切断したときの結果について説明する。ここで表1の加工速度比は、黄銅ワイヤの加工速度を100としたときの割合で示した。

【0016】サンプルA~Eは銅の面積比の影響を試験したものである。面積比が25%未満であると黄銅ワイヤよりも加工速度が小さくなっている。これは導電率が小さいために電流をかけたときの発熱が大きくなったことと、放電現象が十分発生していなかったためである。また、面積比が89%になると放電加工時に断線が多発している。これは芯材の面積比が小さくなり、ワイヤ全体としての強度が小さくなったために断線したものと考えられる。

【0017】サンプルF~Iは凹凸の高さの影響を調査したものである。凹凸がほとんどない場合は黄銅ワイヤに比べて加工速度はそれほど向上していない。これは放電により加熱されたワイヤの冷却に時間がかかるために、次の放電までの時間を長くしないとワイヤに熱が蓄積されてしまうためである。また、凹凸が0.1 $\mu$ mと2.0 $\mu$ mのサンプルは放熱の効果を確認できたが、3.0 $\mu$ mの凹凸高さを目標にしたサンプルは製造時に断線が多発し、放電加工試験用サンプルが得られなかった。

【0018】サンプルJ~LはZn層の厚みの影響を調査したものである。放電現象は表面にある元素によって特性が決まるが、Znは安価で最も放電を起こし易い元素の一つとして、放電加工用ワイヤに広く利用されている元素である。Zn層が1 $\mu$ m未満であると、Znの量が少なすぎるために放電現象が持続せず、十分な加工ができなくなる。しかし、Zn層が1 $\mu$ m以上であれば放電現象は十分持続されて黄銅ワイヤと同等の放電特性が得られる。

#### 【0019】

【表1】

## サンプルの製造工程

No	サ ン プ ル			実 施 例 1						実 施 例 2		備 考
	0.2mmでの目視形状特性			線 状 の 粗 伸 線 径 (mm)	凹 凸 付 与 方 法	銅の 厚み (mm)	クラッドサンプルの伸線径 (mm)  *印は熱処理を示す。	Zn 厚み (μm)	放 電 加 工 速 度 (黄銅ワイヤを 100とする。)			
	銅面積 比(%)	凹凸高さ (μm)	Zn厚み (μm)									
A	46	1.0	2.0	5.5→4.4	ショットブラスト+ブライジング	0.8	6.0→3.0 →*→1.5 →*→0.8	8	150	基準条件、本発明例		
B	19	1.0	2.0	5.5→5.4	ショットブラスト+ブライジング	0.3	6.0→3.0 →*→1.5 →*→0.8	10	90	比 較 例		
C	25	1.0	2.0	5.5→5.2	ショットブラスト+ブライジング	0.4	6.0→3.0 →*→1.5 →*→0.8	10	140	本 発 明 例		
D	75	1.0	2.0	5.5→3.0	ショットブラスト+ブライジング	1.5	6.0→3.0 →*→1.5 →*→0.8	10	160	本 発 明 例		
E	89	1.0	2.0	5.5→2.0	ショットブラスト+ブライジング	2.0	6.0→3.0 →*→1.5 →*→0.8	10	断線発生	比 較 例		
F	46	0.05	2.0	5.5→4.4	シェーピング	0.8	6.0→3.0 →*→1.5 →*→0.8	10	100	比 較 例		
G	46	0.1	2.0	5.5→4.4	ブライジング+酸洗	0.8	6.0→3.0 →*→1.5 →*→0.8	10	160	本 発 明 例		
H	46	2.0	2.0	5.5→4.4	パニシング	0.8	6.0→3.0 →*→1.5 →*→0.8	10	170	本 発 明 例		
I	46	3.0	2.0	5.5→4.4	パニシング	0.8	6.0→3.0 →*→1.5 →*→0.8	10	サンプルなし	製造不可、比較例		
J	46	1.0	0.25	5.5→4.4	ショットブラスト+ブライジング	0.8	6.0→3.0 →*→1.5 →*→0.8	1	80	比 較 例		
K	46	1.0	1.0	5.5→4.4	ショットブラスト+ブライジング	0.8	6.0→3.0 →*→1.5 →*→0.8	4	130	本 発 明 例		
L	46	1.0	12.5	5.5→4.4	ショットブラスト+ブライジング	0.8	6.0→3.0 →*→1.5 →*→0.8	50	150	本 発 明 例		

【0020】

【発明の効果】本発明にかかる放電加工用銅被覆銅線を利用することにより、放電加工速度が向上し、効率的な放電加工を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】銅被覆銅線の断面形状の特徴をわかりやすく模

式化した図である。

【符号の説明】

- 1 銅
- 2 銅
- 3 Zn
- 4 凹凸

(5)

特開平6-238523

【図1】

